Aus der Medizinischen Poliklinik Würzburg
Direktor: Prof. Dr. med. H. F r a n k e

MILZGRÖSSE UND KÖRPERLÄNGE

Röntgenologische Bestimmung der Milzgröße und deren Relation zur Körperlänge

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius - Maximilians - Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
vorgelegt von
Manfred H e l m s c h r o t t
aus Würzburg

Würzburg 1967

Aus der Medizinischen Poliklinik Würzburg
Direktor: Prof. Dr. med. H. F r a n k e

MILZGRÖSSE UND KÖRPERLÄNGE

Röntgenologische Bestimmung der Milzgröße und deren Relation zur Körperlänge

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius - Maximilians - Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
vorgelegt von
Manfred H e l m s c h r o t t
aus Würzburg

Würzburg 1967

Referent: Professor Dr. med. P. P o l z i e n

Korreferent: Professor Dr. med. H. F r a n k e

Tag der Promotion: 26. 10. 67

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit gewidmet.

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

Seite

EINLEITUNG 1

Die klinische Bedeutung einer Milzvergrößerung

ANATOMIE UND TOPOGRAPHIE DER MILZ 1

DIE URSACHEN EINER SPLENOMEGALIE

1. Akute Infektionen, chronische und spezifische Entzündungen 2
2. Erkrankungen des hämopoetischen und des retikuloendothelialen Systems 3
3. Erkrankungen der Leber 4
4. Mechanische Abflußbehinderungen 5
5. Erkrankungen der Milz 5

DIE BISHERIGE UNTERSUCHUNGSTECHNIK DER MILZ

1. Palpation und Perkussion 6
2. Röntgenologische Darstellung durch einfache a.p. - Aufnahme des linken Oberbauches 6
3. Kompliziertere röntgenologische Verfahren 8
4. Milzszintigraphie 11

EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Untersuchungsgut und Technik 12
2. Metrische Beziehung zwischen Körperlänge und Wirbelkörperhöhe 13
3. Bestimmung des "Milzwirbelkörperquotienten" und Begründung der Methodik 16
4. Ergebnisse und deren Diskussion; Berechnung des Grenzwertes der normalen Milzgröße 19

ZUSAMMENFASSUNG 26

LITERATURVERZEICHNIS 28

E I N L E I T U N G

Findet sich bei einer Untersuchung das Symptom Splenomegalie, so ist das aus zwei Gründen von Bedeutung:

1. Zahlreiche Erkrankungen des menschlichen Körpers gehen mit einer Milzvergrößerung einher. Diese Splenomegalie hat in den meisten Fällen ihre Ursache in der Reaktion des Milzgewebes auf einen krankhaften Prozeß, der an anderer Stelle des Organismus liegt. Sie wird fast nie durch eine primäre Milzerkrankung hervorgerufen, da das Organ nur eine Konzentration mesenchymalen Gewebes darstellt und deshalb keinen geeigneten Boden für eine Blastomentwicklung bietet. Andere Erkrankungen dagegen zeichnen sich nur selten oder nie durch einen Milztumor aus, so daß die Frage, ob die Milz vergrößert ist oder die Grenzen der Norm nicht überschreitet, die Stellung der Diagnose beeinflußt.
2. Ein rein zufällig entdeckter Milztumor kann das erste bemerkte Symptom einer Erkrankung bilden und den Anstoß zu weiteren Untersuchungen mit einer frühzeitigen Diagnose geben.

Es soll Aufgabe dieser Arbeit sein, röntgenologisch die Grenze zwischen einer normal großen Milz und einem vergrößerten Organ genauer als bisher festzulegen. Dazu dient eine einfache Röntgenaufnahme des linken Oberbauches. Sie ist routinemäßig ohne zeitraubende Vorbereitung und die geringste Belastung für den Patienten anzufertigen, ohne auf beschwerlichere Methoden wie das Pneumoretroperitoneum oder die Milzszintigraphie zurückgreifen zu müssen.

A N A T O M I E U N D T O P O G R A P H I E D E R M I L Z

Die Milzanlage entsteht am Ende des ersten Embryonalmonats im Mesogastrium dorsale aus mesodermalem Gewebe. Durch die embryonale Magendrehung gelangt sie in das linke Hypochondrium in die sog. Milznische. Hier ist ihre Lage, die im wesentlichen durch den Lungenzug und durch die Nachbarorgane bestimmt wird, nicht starr fixiert. Die beiden Bänder, das ligamentum gastrolienale und das ligamentum phrenicolienale, spielen nur eine geringe Rolle. An den Magenfundus legt sich die Milz mit ihrer facies gastrica an, wodurch die Ausdehnung des Magens Form und Lage der Milz beeinflußt. Ein gefüllter Magen drängt die Milz in eine vertikalere Stellung und formt das weiche Organ zu dem Segment einer Apfelsine. Bei

leerem Magen nimmt die Milz mehr die Form einer dreiseitigen Pyramide an und geht in eine horizontalere Lage über, die noch durch eine starke Ausdehnung des Colon transversum verstärkt werden kann (6). Mit ihrem unteren Pol erreicht die Milz die linke Colonflexur - es entsteht die kleine facies colica - und meist auch den Schwanzteil des Pankreas. Nach dorsal und kaudal grenzt die facies renalis an die linke Niere, nach kranial die facies diafragmatica an das linke Zwerchfell, so daß der obere Milzpol medial von der Zwerchfellkuppel zu liegen kommt. Durch diese Verhältnisse folgt die Längsachse des Organs im Liegen etwa dem Verlauf der 10. Rippe und läuft von dorsal kranial nach ventral kaudal. Im Stehen dagegen stellt sich die Milz steiler (29), sie überschneidet jetzt die Achse der 10. Rippe, und der untere Milzpol rückt drei bis vier Zentimeter tiefer als im Liegen (31).

D I E U R S A C H E N E I N E R S P L E N O M E G A L I E

Die folgenden Erkrankungen stellen keine vollständige Zusammenstellung aller Ursachen einer Milzvergrößerung dar. Es wurden nur die Grundkrankheiten ausgewählt, die klinische und differentialdiagnostische Bedeutung haben.

1. Akute Infektionen, chronische und spezifische Entzündungen.

Die Milz besitzt etwa ein Drittel des lymphatischen und ein Viertel des retikulohistiozytären Gewebes des menschlichen Körpers (21). Sie steht daher bei Abwehr einer Infektion an führender Stelle und bildet vermehrt Lymphozyten, Makrophagen und Antikörper. Bei einigen Infektionskrankheiten fängt sie auch die Erreger aus dem strömenden Blute ab und inaktiviert sie (19). Das beste Beispiel hierfür bietet der Typhus abdominalis. Diese verstärkte Aktivität, die sich in einer Hyperplasie der Zellen der weißen und der roten Pulpa zeigt, kann neben der vermehrten Blutfülle des Organs bei zahlreichen Infektionskrankheiten zu einer Splenomegalie führen. Eine solche Reaktion der Milz ist bei Kindern und Jugendlichen viel ausgeprägter als bei Erwachsenen oder gar alten Menschen (29). Die Milzvergrößerung erreicht leichtere bis mittlere Grade und nach Abklingen der Erkrankung geht die Milzgröße wieder auf ein Normalmaß zurück. Selten persistiert die Vergrößerung über Monate oder Jahre und führt dann, als isolierter

Milztumor zufällig entdeckt, zu erheblichen diagnostischen Schwierigkeiten (32).
Der Typhus abdominalis, der Paratyphus und der Morbus Bang, die alle mit einer Bakteriämie einhergehen, verursachen regelmäßig eine Splenomegalie, ebenso wie die Malaria und der Flecktyphus. Ein Milztumor begleitet meist auch den Morbus Weil und die lymphotropen Viruskrankheiten Hepatitis epidemica, Rubeolen und infektiöse Mononukleose. Bei der Viruspneumonie, die ebenfalls durch lymphotrope Viren hervorgerufen wird, bei der Parotitis epidemica und bei einer akuten Cholecystitis finden wir eine vergrößerte Milz nur in einem geringeren Prozentsatz. Alle übrigen Infektionen zeichnen sich dagegen äußerst selten durch einen Milztumor aus (29), der damit gegen die Diagnose einer solchen Erkrankung spricht. Schreitet aber eine Infektion bis zur Sepsis fort, so schwillt die Milz erheblich an, läßt sich wegen ihrer Weichheit nur schwer tasten (32), röntgenologisch jedoch gut abgrenzen.
Die Splenomegalie bei chronischen Entzündungen erreicht stärkere Ausmaße als bei den akuten Formen. Endokarditis lenta, chronische Appendicitis und chronische Cholecystitis sowie aus dem rheumatischen Formenkreis das Felty-Syndrom und die viszerale Form des Erythematodes stellen die wesentlichsten Ursachen dar.
Schließt sich an eine chronische Eiterung eine Amyloidose an, so manifestiert sich dies am häufigsten in einer Ablagerung des Amyloids in die Pulpa, in die Follikel oder auch in beide Systeme der Milz, die dadurch aufgetrieben wird, häufiger noch als in die Leber oder Niere (29).
Aus der Reihe der spezifischen Entzündungen wird beim Morbus Boeck infolge der starken Reaktion des retikulären Gewebes auf diese Erkrankung in vielen Fällen ein Milztumor beobachtet, nicht dagegen bei einer Tuberkulose. Tritt er trotzdem auf, so kann eine Miliartuberkulose, eine sekundäre Begleittuberkulose oder eine isolierte Milztuberkulose der Grund hierfür sein (17). Bei einer späteren Durchleuchtung zeigen dann Kalkschatten den Befall des Organs (31).

2. Erkrankungen des hämopoetischen und des retikuloendothelialen Systems.

Die Milz stellt mit Hilfe ihrer Sinusendothelien und Retikulum-

zellen das Hauptorgan des Abbaus gealterter und anormaler Erythrozyten dar (11). Die Polyzythämie führt deshalb durch den vermehrten Erythrozytenzerfall, durch die Hyperämie und durch die metaplastische Blutbildung zu einer Splenomegalie (32). Die angeborenen hämolytischen Anämien zeigen durch Hyperplasie der erythrozytenabbauenden Zellen und durch Ablagerung der Hämoglobinabbauprodukte in diese einen deutlichen Milztumor, der bei den erworbenen hämolytischen Formen nicht so ausgeprägt ist.
Bei den Leukämien kommt es durch die regellose Zellhyperplasie (17) in der Milz zu einer Organschwellung, die bei den akuten Formen nur geringere, bei den chronischen Formen dagegen starke Ausmaße erreicht. Die chronisch myeloische Leukämie übertrifft hierbei durch die metaplastische Blutbildung noch die chronisch lymphatische. In gleichem Umfang dehnt sich die Milz auch bei der Osteomyelosklerose aus, da sie auch hier wieder ihre Funktion als Bildungsstätte sowohl erythro- und granulopoetischer Zellen als auch von Megakaryozyten aufgreift (9).
Ein Leitsymptom einer chronisch verlaufenden essentiellen Thrombozytopenie bildet der gering ausgeprägte Milztumor, dessen Ursache noch unbestimmt ist. Der häufig günstige Einfluß einer Splenektomie auf diese Erkrankung spricht jedoch dafür, daß die Milz die durch Antikörper veränderten Thrombozyten abbaut oder aber die Thrombozytenproduktion des Knochenmarkes hemmt (30).
Die Lymphogranulomatose ergreift schon frühzeitig das lymphatische und retikuläre Gewebe der Milz. Auf dem Röntgenschirm zeigt sich ein sehr strahlendichtes Organ und eine leichte bis mittlere Vergrößerung. Sie kennzeichnet neben den multiplen Knochenherden auch das Plasmozytom. Liegt jedoch nur ein isolierter Milzbefall vor, so kann eine Punktion die Diagnose klären (29).

3. Erkrankungen der Leber.

Infolge der engen anatomischen und physiologischen Beziehung zwischen Leber und Milz erkranken beide Organe oft gemeinsam. Geht eine akute Hepatitis, bei der - wie bereits erwähnt - als Reaktion des Milzgewebes eine Splenomegalie auftritt, in das chronische Stadium über, so finden wir stets eine Vergrößerung von Leber und Milz, während die Leberfunktionsproben sich ganz unterschiedlich verhalten können (33). Schreitet das Krankheitsgeschehen

weiter zur Zirrhose fort, so persistiert die vergrößerte Milz, die sogar das einzige Symptom einer latenten Leberzirrhose sein kann (23). Führen andere Ursachen, wie Alkoholabusus, eine chronische Entzündung der Gallenwege oder eine allgemeine Hämochromatose zu der Leberzirrhose, so hat auch sie eine Splenomegalie zur Folge. Diese liegt in dem intrahepatischen Block des Pfortaderabflusses mit Rückstau in die Milzvene begründet. Ob sich die Milz durch Antikörperbildung an dem chronisch entzündlichen Prozess beteiligt, ist noch unklar (32). Bei der biliären Zirrhose dürfte allerdings die Entzündung die größere Rolle spielen, weniger der Pfortaderverschluß.

4. Mechanische Abflußbehinderungen.

Neben intrahepatischen Abflußhindernissen können auch Milzvenenthrombosen, Pfortaderstenosen oder ein Verschluß dieser ableitenden Gefäße von außen durch Tumoren des Pankreas (22) oder durch Vergrößerung von Lymphknoten die Gründe für eine Splenomegalie sein. Eine Behinderung des gesamten venösen Rückflusses in den rechten Vorhof führt durch den Pfortaderhochdruck ebenfalls zu einer derben vergrößerten Milz, die jedoch bei dauernder Stauung in eine Atrophie des Organgewebes übergeht (29), da der Milz nicht mehr die Kollateralen zur Verfügung stehen wie bei einem intrahepatischen Block (19).

5. Erkrankungen der Milz.

Nur selten kommen als Ursachen einer Splenomegalie Geschwülste des Organs wie Fibrome, Hämangiome oder Sarkome (wobei die Milz meist nur an einer allgemeinen Sarkomatose beteiligt ist) und Echinokokkus - oder Lymphzysten in Betracht (32).
Eine eigene Erkrankung der Milz stellt die Hypersplenie dar, die heute als eine persistierende funktionelle Aktivität des Milzgewebes nach einer geforderten Leistung angesehen wird. Der Milztumor bleibt bestehen, die Milz gewinnt selbständige Bedeutung. Sie wirkt vor allem auf die Zellen des Blutes ein und verursacht eine erhebliche Panzytopenie, die man früher in einer Hemmung des Knochenmarkes durch Milzhormone oder durch verstärkten Zellabbau zu erklären suchte. Heute wird dagegen die Ansicht vertreten (11),

daß das retikuloendotheliale System erkrankt und pathologische Antikörper produziert, die sich dann an körpereigenen Zellen niederschlagen und sie dadurch zum Untergang bestimmen. In erster Linie stellen die Blutzellen den Angriffsort der Antikörper dar und es entsteht die Panzytopenie.
Milzrupturen sind die häufigsten Organverletzungen bei stumpfen Bauchtraumen (21) und werden meist durch extreme konvexe Abbiegung der Milzoberfläche oder Überstreckung der Organunterseite hervorgerufen (16). Sie können ein - oder zweizeitig auftreten und lassen auf dem Röntgenbild eine Vergrößerung des Milzschattens erkennen (15, 29).

D I E B I S H E R I G E U N T E R S U C H U N G S T E C H N I K D E R M I L Z

1. Palpation und Perkussion.

Palpation und Perkussion, die ältesten Methoden der Milzdiagnostik, gelten auch heute noch als die einfachsten Untersuchungsmethoden, sie sind jedoch ungenau. Eine normal große Milz läßt sich nicht tasten (29). Erst bei stärkeren Vergrößerungen erscheint sie unter dem Rippenbogen und wird damit der Palpation zugänglich.
Die Perkussion trifft auf noch größere Schwierigkeiten, da nach dorsal, ventral und kaudal die Nachbarorgane der Milz je nach Füllung entweder stark mitklingen (Luft im Magen oder Darm) oder aber eine Dämpfung erzeugen (Speise im Magen oder Dickdarminhalt) und so die Bestimmung der Organgrenzen erschweren (20).

2. Röntgenologische Darstellung durch einfache a.p. - Aufnahme des linken Oberbauches.

Eine nicht vergrößerte Milz bildet sich je nach Darstellungsmethode in 45 bis 55% der Fälle auf einer a.p. - Aufnahme ab (3, 26). Das gesamte Organ kann allerdings praktisch nie abgegrenzt werden, nur der untere Milzpol mit einem mehr oder minder großen, sich anschließenden Teil ermöglicht eine Beurteilung des Organs hinsichtlich seiner Größe. Eine Splenomegalie besteht aber dann zweifellos, wenn sie so erhebliche Ausmaße erreicht, daß Nachbarorgane imprimiert oder verdrängt werden. Sie vermag

Kardiatumoren oder Schatten in der Magenblase auf dem Röntgenschirm vorzutäuschen (4) oder auch die flexura coli sinistra, falls sie nur gering fixiert ist, nach medial und kaudal zu verschieben (27). Milzrupturen zeigen zusätzlich gerne einen Hochstand des linken Zwerchfells, einen Tiefstand von Kardia und Magenfundus und eine Zähnelung der großen Magenkurvatur (29). Starke konzentrische Milzschwellungen, wie wir sie vor allem bei chronischen Leukosen finden, können die linke Niere und den Ureter komprimieren (Fieschi-Syndrom); asymmetrisch wachsende bösartige Neubildungen und Echinokokkuszysten verlagern indessen manchmal die linke Niere mit einer Abknickung des Ureters (2). Zeichnen sich jedoch bei den obengenannten Veränderungen die Milzkonturen nicht eindeutig auf dem Röntgenbild ab, so erschwert diese Tatsache die Differentialdiagnose zu anderen Tumoren dieser Körpergegend.
Ein weiteres Kriterium für die Beurteilung der Milzgröße, die röntgenologische Dichte des Organs, ermöglicht keine exakte Diagnostik, da der Befund nur schwer objektivierbar ist und manche Vergrößerung mit einer regelrechten Strahlendurchlässigkeit einhergeht. Ein dichter Milzschatten kann deshalb allein ein Verdachtssymptom darstellen.

Zwei Verfahren, die mit Hilfe einer einfachen Röntgenaufnahme die Größe der Milz ermitteln, möchte ich hier schildern. Es handelt sich um eine Messung der Breite des Organs (3) und um eine Längenmessung (26), die in der Medizinischen Poliklinik Würzburg angewandt wird.

a. Messung der Breite.

Als Maß diente nicht die größte Breite der Milz im Röntgenbild, sondern der Abstand zwischen der medialen und der lateralen Organkontur, zwei Zentimeter über dem unteren Milzpol gemessen. Die Aufnahmen erfolgten sowohl bei stehenden als auch bei liegenden Patienten und der Filmfocusabstand lag bei 36 inch (91,5 cm). 41,8% der Röntgenbilder konnten zur Auswertung herangezogen werden. Die durchschnittliche Breite der Milz betrug 3,4 cm. Der oberste Grenzwert ergab 4,5 cm, d.h. wird dieser Wert überschritten, so liegt eine Splenomegalie vor, die sich

dann bereits rein aspektmäßig in einer Verplumpung des unteren Milzpoles zeigt.

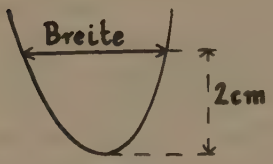

Abb. 1. Messung der Breite

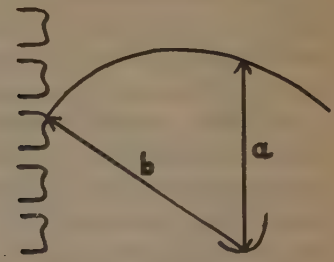

Abb. 2. Messung der Länge

b. Messung des Abstandes des unteren Milzpoles von zwei Zwerchfellpunkten.

Bei einem Filmfocusabstand von 65 bis 80 cm wurden von stehenden Patienten a.p. - Aufnahmen des linken Oberbauches im Format 18 x 24 cm angefertigt. 54% der Aufnahmen ließen eine exakte Abgrenzung des unteren Milzpoles zu und ermöglichten damit eine Beurteilung der Organgröße. Als Meßstrecken dienten der Abstand des unteren Milzpoles von dem senkrecht darüberliegenden Zwerchfellpunkt (Strecke a) und die Verbindung dieses Milzpoles mit dem Schnittpunkt des tiefsten paravertebralen Zwerchfellbogens mit der lateralen Wirbelkörperkante (Strecke b). Als Mittelwert resultierten für die Strecke a 13,0 cm und für b 16,5 cm. Die Grenzwerte betrugen 16,5 cm für a und 19,0 cm für b. Werden diese beiden Werte erreicht oder wird einer der Werte überschritten, so liegt eine Milzvergrößerung vor.

3. Kompliziertere röntgenologische Verfahren.

Durch Anwendung einer Aortographie oder eines Pneumoretroperitoneums läßt sich die Milz in einem höheren Prozentsatz und in größerer Ausdehnung als bei einer einfachen Röntgenaufnahme genau abgrenzen. Beide Methoden verlangen jedoch einen zu erheblichen Aufwand und stellen auch für den Patienten einen zu großen und nicht völlig gefahrlosen Eingriff dar, um sie bereits beim geringsten Verdachtsmoment durchführen zu können.

Mehrere Autoren nahmen schon mit Hilfe der Aortographie, des Pneumoretroperitoneums oder einfacher Röntgenaufnahmen Messungen der Milzgröße vor. Einen Überblick über die Ergebnisse soll die folgende Zusammenstellung gestatten, wobei allerdings die verschiedenen Aufnahmetechniken und -abstände kaum einen Vergleich zulassen. Im allgemeinen erfolgte eine Messung des Abstandes der beiden Milzpole und eine Messung der Breite.

Autor	Länge		Breite		Aufnahme-abstand
	Normal-werte	Grenz-werte	Normal-werte	Grenz-werte	
Henszelmann (1941)	4-10cm				1m
Dell; Klinefelter (1946)				5,5-6cm	0,9m
Mohr (1949)	6,5-7cm		3-5cm		1m
Zelmann; Martin (1951)	10cm		5cm		1,9m
de Gennes; May; Simon; Hélie (1951)		13cm		7,5cm	0,9m
Nimeh (1955)				7,5cm	1m
Cocchi (1957)		13,5cm		8cm	1,5m
Rösch; Bret; Liŝková (1958)	8-14cm		3-7cm		1,1m(?)
Ödman (1958)	10-14cm		6-10cm		1,1m(?)
Whitley; Maynard; Rhyne (1966)		15cm			1,02m

Tab. 1. Röntgenologisch ermittelte Milzgrößenwerte verschiedener Autoren.

a. Abdominale Aortographie.

Die abdominale Aortographie ist technisch schwierig, liefert aber gute Ergebnisse. Nach Einspritzung des Kontrastmittels in die Aorta werden von der Milz Serienaufnahmen hergestellt. Lage, Form und vor allem die innere Struktur sind klar zu erkennen, wobei Kontrastmittelaussparungen durch Zysten, Tumoren oder Abszesse hervorgerufen werden können (31).

b. Splenoportographie.

Die Splenoportographie arbeitet ebenfalls mit einem Kontrastmittel, das jedoch in die ableitenden Venen am Milzhilus injiziert wird. Die Milz selbst wird nicht dargestellt, nur die Milzvene bzw. ihre Kollateralen, die vena portae und die Gefäße der Leber. Dieses Verfahren ist besonders dann geeignet, wenn als Ursache der Splenomegalie ein Verschluß der ableitenden Blutgefäße zur Diskussion steht (25).

c. Pneumoretroperitoneum.

Dem Patienten werden in Knie - Ellenbogenlage 800 bis 2000 cm^3 Luft in das präsakrale Bindegewebe eingespritzt. Die Luft breitet sich über das ganze ihr zur Verfügung stehende Gebiet aus, so daß sie bereits nach 10 bis 15 Minuten den Konturen der Milz einen guten Kontrast gibt. Die Aufnahmen erfolgen im Liegen bei einem Aufnahmeabstand von meist 90 cm. Die Darstellung des gesamten Organs ermöglicht sowohl die Messung der Länge (l) und der Breite (t) der Milz als auch des Abstandes des oberen Poles von der Wirbelkörperkante (d). Eine Milz gilt dann als vergrößert, wenn l über 13,5 cm, t über 7,5 cm und d unter 2cm liegt (7). Immer müssen zwei der Werte ihre Grenzen überschreiten und der Abstand der Wirbelkörper zur lateralen Thoraxwand, der in erster Linie d beeinflußt, darf nicht zu weit um 13 cm schwanken. Bei

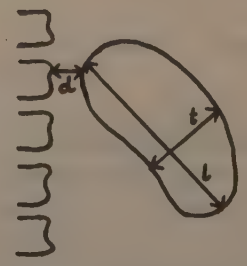

Abb. 3. Meßstrecken beim Pneumoretroperitoneum

einer anderen Methode werden l und t multipliziert; übersteigt das Ergebnis 126 cm^2, so liegt eine Splenomegalie vor (12).
Da mit dem Pneumoretroperitoneum Gefahr für den Patienten verbunden (Luft in eine Vene, ins Perineum oder Skrotum) und der Aufwand zu groß ist, eignet sich dieses Verfahren nicht für eine Routineuntersuchung. Für die Diagnostik von Tumoren des linken Oberbauches, die durch eine einfache Röntgenaufnahme nicht eindeutig einem Organ zuzuordnen sind und für die Darstellung der Nebennieren hat das Pneumoretroperitoneum dagegen große Bedeutung gewonnen.

4. Milzszintigraphie.

Aus der Kubitalvene entnommene Erythrozyten werden mit radioaktivem Natriumchromat markiert, durch zwanzigminütige Erwärmung in Form und Oberfläche alteriert und wieder intravenös injiziert. Die Milz entfernt (zusammen mit den anderen Zellen des R.E.S.) die so geschädigten Erythrozyten aus der Blutbahn und hält sie zum Abbau fest. Nach einer Stunde wird der Szintillationszähler kontinuierlich und mäanderförmig über das interessierende Gebiet geführt und die an jedem Ort gemessene Impulsrate auf einem Blatt Papier oder einer photographischen Platte aufgezeichnet. Die Strich- oder Punktdichte auf dem Papier oder die Filmschwärzung sind der Impulsrate proportional. Es entsteht eine graphische Darstellung des aktivitätsspeichernden Gewebes und damit eine getreue Abbildung des Organs. Im allgemeinen werden drei Szintigramme der Milz angefertigt: in Bauchlage, in Rückenlage und in rechter Seitenlage des Patienten (13).
Die Beurteilung des Organs erfolgt einmal nach anatomischen Gesichtspunkten. Die genaue Lage der Milz, die Zugehörigkeit eines Tumors des linken Oberbauches zu ihr, das Auftreten von Nebenmilzen und Speicherungsdefekte werden geklärt. Die Größenbestimmung geschieht mit Hilfe des Szintigramms, das in Seitenlage aufgenommen wurde. Der Flächeninhalt des Organabbildes beträgt beim Gesunden maximal 70 bis 80 cm^2. Durch Division dieser Größe durch die Körperoberfläche des Patienten ergibt sich ein für Vergleichszwecke besseres relatives Maß, das als Milzflächenindex bezeichnet wird. Dieser liegt in der Größenordnung zwischen $2,5 - 4,5 \cdot 10^{-3}$. Übersteigt er $4,5 \cdot 10^{-3}$, so muß die Milz als

vergrößert angesehen werden.
Daneben bietet das Szintigramm aber auch Auskunft über die funktionelle Aktivität des Organs, die für die Indikation zur Splenektomie Bedeutung erlangt (10).

E I G E N E U N T E R S U C H U N G E N

1. Untersuchungsgut und Technik.

257 ambulante und stationäre Patienten der Medizinischen Poliklinik Würzburg wurden zu den Untersuchungen herangezogen. Bei 196 der Patienten bestand keinerlei Verdacht auf das Vorliegen einer Milzvergrößerung, d.h. sie waren entweder gesund, wie etwa bei Einstellungsuntersuchungen, oder sie unterzogen sich einer Röntgenuntersuchung irgendeines Organs, dessen krankhafter Befund keine Hinweise auf eine Milzbeteiligung zuließ. 61 Patienten litten an Krankheiten, die meist mit einer Splenomegalie einhergehen.
Alle Aufnahmen dienten dazu, festzustellen, in welcher Häufigkeit sich die Milz - ob normal oder vergrößert - auf dem Röntgenbild abgrenzen läßt und welche Größe rein empirisch als Grenzwert zwischen einer normalen Milz und einer Splenomegalie anzusehen ist. Die Aufnahmen gesunder Personen sollten außerdem noch eine mathematische Berechnung der individuellen Schwankungen der Milzgröße und deren Grenzen ermöglichen, wobei der obere Grenzwert exakt die maximale Größe des normalen Organs festlegt.
Bei allen Patienten wurde eine Röntgenaufnahme des linken Oberbauches im posterior - anterioren Strahlengang angefertigt. Die Aufnahmen erfolgten im Stehen, weil sich bei dieser Methode die Milzkonturen am häufigsten abzeichnen. Verwendung fand das Format 24 x 30 cm, da die Röntgenbilder sowohl die linke Zwerchfellkuppel und den unteren Milzpol als auch den lateralen Thoraxrand und etwa die linke Hälfte der Wirbelkörper des letzten Brustwirbel und der ersten drei Lendenwirbel zeigen müssen.
Als Aufnahmegeräte wurden "Sireskop" und "Klinograph" eingesetzt, als Folien Rubin oder Saphir der Firma Siemens. Der Filmfocusabstand betrug zwischen 65 und 80 cm, bei adipösen Patienten wurde zur Kompression der Bauchdecken ein Schaumgummikeil unter den linken Oberbauch geschoben. Die Aufnahmespannung lag zwischen

80 und 90 kV bei 20 MAS.

2. Metrische Beziehung zwischen Körperlänge und Wirbelkörperhöhe.

Diese Arbeit hat das Ziel, die Milzgröße in ihrer Abhängigkeit von der Körperlänge zu ermitteln. Es wäre jedoch zu beschwerlich, bei jedem Patienten, bei dem eine Milzvergrößerung zur Diskussion steht, erst die Körperlänge zu messen. Einfacher ist es, die Milzgröße mit einem Körperteil, das sich gleichfalls auf der Röntgenaufnahme abbildet und dessen Ausdehnung Rückschlüsse auf die Körperlänge erlaubt, in Beziehung zu setzen. Hier bietet sich die Wirbelsäule an und wie später noch begründet wird, gestattet die Höhe der vier Wirbelkörper des letzten Brustwirbels und der ersten drei Lendenwirbel die besten Vergleiche. (Die Schilderung der Meßtechnik erfolgt erst später, um die gesamte Meßmethode als Einheit darstellen zu können.) Ob und inwieweit die Höhe dieser vier Wirbelkörper als Funktion der Körperlänge auf Röntgenaufnahmen dienen kann, soll mit Hilfe der folgenden Berechnung festgestellt werden. Ergibt sich hier eine eindeutige Abhängigkeit, so kann auf die Bestimmung der Körperlänge verzichtet werden.
Zu diesem Zwecke wurde bei 60 Patienten neben der Auswertung der Höhe der vier Wirbelkörper die Körperlänge gemessen.

163cm - 16,1cm	172cm - 15,9cm	160cm - 15,8cm
180cm - 17,4cm	170cm - 18,1cm	156cm - 14,1cm
174cm - 17,3cm	184cm - 16,6cm	161cm - 15,2cm
170cm - 17,3cm	169cm - 15,9cm	169cm - 16,9cm
180cm - 18,9cm	180cm - 17,7cm	165cm - 14,6cm
168cm - 16,7cm	172cm - 16,4cm	181cm - 17,0cm
165cm - 15,2cm	175cm - 16,6cm	174cm - 17,5cm
180cm - 16,8cm	174cm - 17,0cm	165cm - 16,5cm
170cm - 17,4cm	160cm - 16,3cm	173cm - 16,5cm
157cm - 14,9cm	165cm - 16,4cm	180cm - 16,9cm
181cm - 17,7cm	158cm - 15,3cm	165cm - 15,5cm
173cm - 16,6cm	174cm - 16,6cm	161cm - 16,6cm

Tab. 2. Werte der Körperlänge und der Höhe der vier Wirbelkörper.

Fortsetzung Tab. 2.

178cm - 17,5cm	157cm - 14,4cm	153cm - 14,6cm
156cm - 15,8cm	168cm - 16,3cm	168cm - 16,5cm
162cm - 16,4cm	178cm - 17,1cm	170cm - 15,4cm
180cm - 17,1cm	182cm - 19,6cm	168cm - 15,6cm
169cm - 15,4cm	170cm - 16,6cm	176cm - 17,7cm
176cm - 16,6cm	168cm - 16,8cm	174cm - 16,8cm
158cm - 14,9cm	162cm - 14,4cm	174cm - 15,0cm
165cm - 16,1cm	161cm - 16,1cm	180cm - 16,2cm

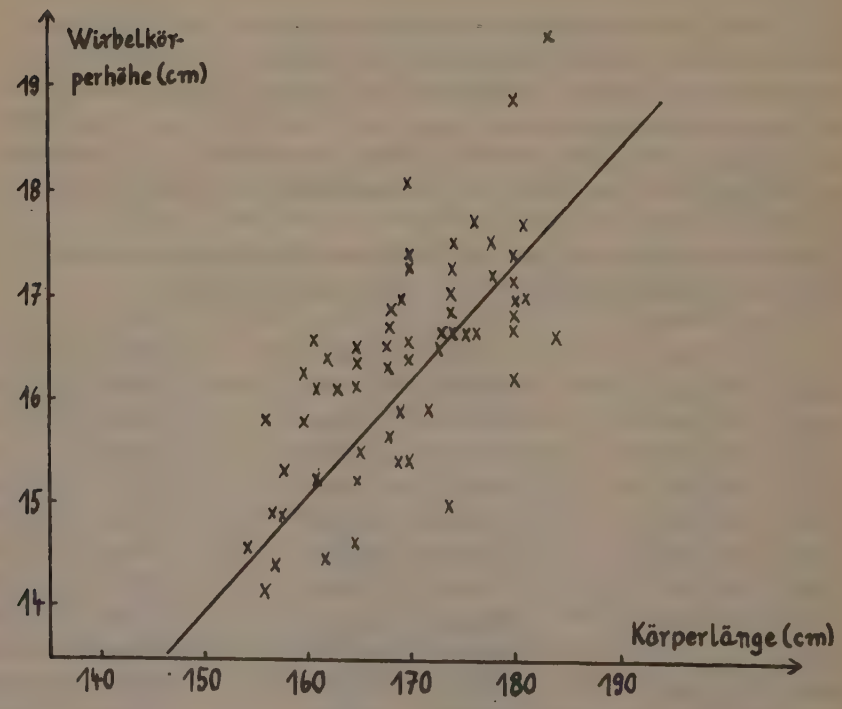

Abb. 4. Beziehung der Werte von Körperlänge und Höhe der vier Wirbelkörper im Koordinatensystem

Als durchschnittliche Körperlänge der 60 Patienten ergaben sich 170 cm, als mittlere Höhe der vier Wirbelkörper 16,4 cm. Die für die Berechnung des Korrelationskoeffizienten benötigten Größen betragen:
(x = Körperlänge, y = Wirbelkörperhöhe)
$\sum x = 10178$; $\sum y = 983{,}1$; $\sum xy = 167121{,}8$; $\sum x^2 = 1727989$;
$\sum y^2 = 16163{,}77$

Der Korrelationskoeffizient r berechnet sich nach Formel I:

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x \cdot S_y}}$$

S_{xy} ergibt sich nach Formel II:

$$S_{xy} = \sum xy - \bar{y} \cdot \sum x$$
$$S_{xy} = 167121{,}8 - 16{,}4 \cdot 10178$$
$$\underline{S_{xy} = 162{,}6}$$

S_x und S_y ergeben sich nach Formel III:

$$S_x = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \qquad n = \text{Anzahl der Einzelwerte}$$
$$S_x = 1727989 - \frac{103591684}{60}$$
$$\underline{S_x = 1461}$$
$$S_y = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$$
$$S_y = 16164 - \frac{966485{,}61}{60}$$
$$\underline{S_y = 56}$$

$$r = \frac{162{,}6}{\sqrt{1461 \cdot 56}} = 0{,}616$$

Der Korrelationskoeffizient beträgt 0,616, wodurch sich unter Ver-

wendung einschlägiger Tabellen (Documenta Geigy) eine signifikante Abhängigkeit der Höhe der vier Wirbelkörper von der Körperlänge mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,1% ermitteln läßt. Das Bestimmtheitsmaß berechnet sich aus r^2 und beträgt 0,38.
Diese Ergebnisse ermöglichen es, die Körperlänge durch die Höhe der vier Wirbelkörper im Röntgenbild zu ersetzen (vergleiche Tab. 2 und Abb. 4).

3. Bestimmung des"Milzwirbelkörperquotienten"und Begründung der Methodik.

Hellman schließt aus seinen Untersuchungen über das Milzgewicht, daß die Körperlänge als Faktor der Organgröße berücksichtigt werden muß, und Sitsen stellt fest, daß das Milzgewicht fast parallel zur zunehmenden Körperlänge ansteigt. Es wird daher in der vorliegenden Arbeit die Größe der Milz auf ein Maß der Körperlänge bezogen, um so eine größere Genauigkeit als bisher in der Bestimmung der Milzgröße durch eine Röntgenaufnahme zu erzielen. Das Maß für die Größe der Milz soll der "Milzwirbelkörperquotient" (MWQ) bilden. Dieser Quotient ergibt sich aus der Milzlänge, gemessen vom unteren Milzpol bis zu einer Waagrechten in Höhe der linken Zwerchfellkuppel, und der Höhe von vier Wirbelkörpern, die den zwölften Brustwirbel und die ersten drei Lendenwirbel umfaßt.
Der Abstand des unteren Milzpoles von der Waagrechten in Höhe der linken Zwerchfellkuppel wurde aus folgenden Gründen gewählt: Eine Vergrößerung der Milz erfolgt erstens im allgemeinen global, d.h. aber, daß die Ausdehnung des Organs sich vor allem in der längsten Achse bemerkbar macht. Diese Achse trifft beim stehenden Patienten nahezu mit der Richtung der Meßstrecke zusammen. Zweitens wirkt sich bei der Aufnahme im Stehen fast die gesamte Schwerkraft in Richtung der Längsachse aus. Je größer deshalb das Organ ist, desto weiter wird sich der untere Milzpol infolge der Schwere nach kaudal verlagern, da die Milz nur locker mit ihren Bändern fixiert ist.
Drittens zeigten Vergleiche von Milzaufnahmen, die bei Personen kurz vor deren Tode angefertigt wurden, mit dem bei der Autopsie bestimmten Gewicht des Organs ebenfalls, daß die Längenmessung

(vom unteren Milzpol zu dem senkrecht darüberliegenden Zwerchfellpunkt) auf dem Röntgenbild genaue Rückschlüsse auf das Gewicht des Organs mit einem Korrelationsfaktor von 0,88 zuläßt. Nur die Multiplikation der Länge mit der Breite (gemessen in der Mitte des Abstandes vom unteren Milzpol zum Zwerchfell und senkrecht dazu) näherte sich mit 0,91, also nur geringfügig genauer, dem Idealfaktor 1 (34). Da der obere Milzpol, der mit einer einfachen Röntgenaufnahme nicht zu erfassen ist, enge topographische Beziehungen zum Zwerchfell besitzt, ist als oberer Punkt der Meßstrecke die linke Zwerchfellkuppel ausgewählt worden. Die Strecke wurde gegenüber der bereits erwähnten Längenmessung (siehe Seite 8, Abschnitt b) leicht variiert, indem bis zur Höhe der Zwerchfellkuppel und nicht nur bis zum senkrecht über dem unteren Milzpol gelegenen Zwerchfellpunkt gemessen wurde, um eine Beeinflussung der Messung durch die Zwerchfellform auszuschalten.

Als Maß für die Körperlänge diente die Ausdehnung der vier Wirbelkörper des letzten Brustwirbels und der ersten drei Lendenwirbel. Diese vier Wirbelkörper ließen sich auf dem größten Teil der Röntgenaufnahmen, die den unteren Milzpol und die Zwerchfellkuppel erfaßten, gut mitabbilden. Drei und weniger Wirbelkörper unterlagen stärkeren individuellen Schwankungen und unvermeidbaren Meßungenauigkeiten, während fünf und mehr Wirbelkörper der gleichen Höhe nur noch in einem zu geringen Prozentsatz der Aufnahmen dargestellt waren.

Die Messung erfolgte durch Anlegen einer Geraden entlang der lateralen Einbuchtung des zwölften Brustwirbels und des dritten Lendenwirbels. Als Meßpunkte wurden die Schnittpunkte dieser Geraden mit der facies superior des zwölften Brustwirbels und der facies inferior des dritten Lendenwirbels verwendet. Die Heranziehung der Mitte der Wirbelkörper scheiterte daran, daß bei Aufnahmen von Personen mit starker Brustkorbweite nicht die ganzen Wirbelkörper erfaßt werden konnten und somit die Bestimmung der Mitte nicht mehr genau möglich war.

Bildete sich die obere bzw. die untere Wirbelkörperfläche nicht in einer Kontur ab, so wurde die Mitte der sich abbildenden vorderen und hinteren Wirbelkörperkante als Meßpunkt eingesetzt.

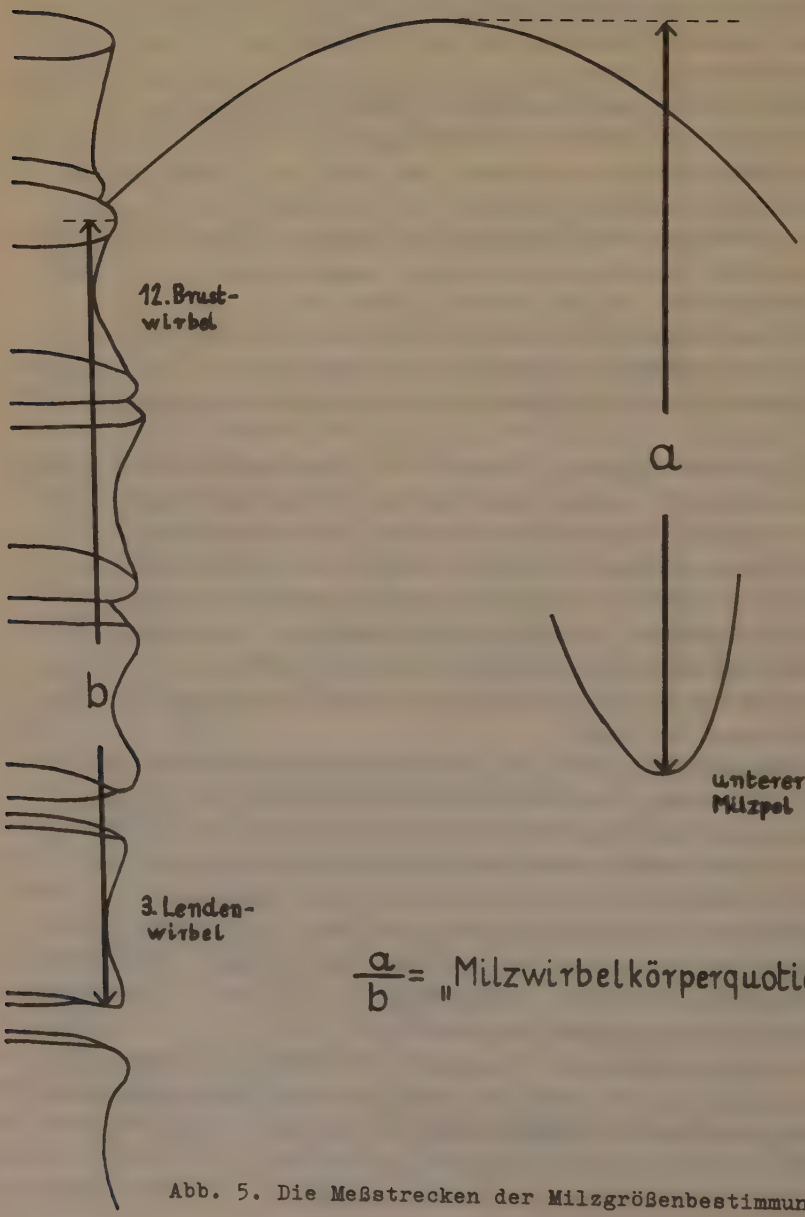

Abb. 5. Die Meßstrecken der Milzgrößenbestimmung

4. Ergebnisse und deren Diskussion; Berechnung des Grenzwertes der normalen Milzgröße.

Von den 196 Aufnahmen der Patienten ohne irgendeinen Hinweis auf eine Splenomegalie ermöglichten 104 eine Auswertung. Dagegen konnten bei Patienten mit Verdacht auf eine Milzvergrößerung 55 der 61 Röntgenbilder für die Messung herangezogen werden. Verwendung fanden nur Aufnahmen, die eine eindeutige Abgrenzung des unteren Milzpoles und scharfe Konturen der Wirbelkörper erkennen ließen. Damit erlaubte eine normale Milz in 51% (nach Abzug der nach späteren Ausführungen als vergrößert gefundenen Organe), ein vergrößertes Organ in 90% der Fälle eine Messung. Das bedeutet, daß in der Regel eine einfache Röntgenaufnahme des linken Oberbauches ausreicht, um eine Splenomegalie zu erkennen, da in der Praxis vor allem vergrößerte Organe diagnostiziert werden müssen. Wie hoch allerdings der genaue Prozentsatz darstellbarer Milzvergrößerungen ist, läßt sich wegen der zu geringen Anzahl von Messungen und wegen des überwiegend ambulanten Krankengutes einer Medizinischen Poliklinik nicht aussagen. Der Prozentsatz abbildbarer normaler Organe entspricht etwa den Ergebnissen anderer Autoren. Bei der bereits erwähnten Messung des Abstandes des unteren Milzpoles von einem senkrecht darüberliegenden Zwerchfellpunkt (siehe Seite 8, Abschnitt b) konnten 54% der Aufnahmen ausgewertet werden. Die Differenz gegenüber den 51% der vorliegenden Arbeit erklärt sich daraus, daß bei dieser bei einer geringen Anzahl von Aufnahmen zwar der Milzschatten, aber nicht die Konturen der Wirbelkörper zu erkennen waren. Im allgemeinen zeigte es sich jedoch, daß bei adipösen Patienten dann die Milz nicht darstellbar war, wenn auf der Weichteilaufnahme die Konturen der Wirbelkörper nicht exakt abgegrenzt werden konnten. Gegenüber den Messungen der Milzbreite war es möglich, einen wesentlich größeren Teil der Aufnahmen auszunutzen. Die Ursache liegt wahrscheinlich darin, daß bei Breitenmessungen in einem gewissen Abstand über dem unteren Milzpol gemessen werden muß und die Konturen des Organs bei steigender Entfernung vom unteren Milzpol immer undeutlicher werden.

MG	WKH	MWQ	MG	WKH	MWQ	MG	WKH	MWQ
14,0	16,2	0,86	12,2	17,4	0,70	14,7	18,7	0,79
13,0	15,3	0,85	13,5	17,8	0,76	13,3	16,2	0,82
11,7	15,1	0,78	14,5	17,0	0,85	16,8	17,2	0,98
14,5	17,3	0,84	12,8	18,5	0,69	14,7	16,9	0,87
10,7	16,7	0,64	12,5	15,5	0,81	14,7	16,3	0,90
12,7	16,4	0,77	14,0	17,7	0,79	13,7	16,7	0,82
13,8	15,6	0,88	14,0	18,4	0,76	12,7	15,5	0,82
12,6	15,3	0,82	12,0	14,6	0,82	16,3	16,4	0,99
12,7	15,7	0,81	16,0	17,0	0,94	13,2	16,7	0,79
16,4	18,9	0,87	12,5	15,8	0,79	11,9	15,4	0,77
14,3	16,7	0,86	14,2	17,5	0,81	12,8	16,9	0,76
14,5	16,4	0,88	12,3	14,3	0,86	14,7	17,6	0,84
14,4	15,2	0,95	13,3	16,5	0,80	14,7	16,2	0,91
16,5	17,4	0,95	12,5	16,9	0,74	13,8	16,1	0,86
13,5	14,5	0,93	10,5	15,5	0,68	13,4	17,4	0,77
13,0	14,9	0,87	14,0	16,6	0,84	12,4	17,3	0,72
13,5	16,1	0,84	11,2	17,5	0,64	11,7	17,3	0,68
14,0	17,7	0,79	11,0	17,0	0,65	16,7	17,5	0,95
10,5	16,6	0,63	11,0	15,8	0,70	11,3	17,3	0,65
11,8	15,9	0,74	13,5	16,4	0,82	10,0	16,1	0,62
13,0	15,7	0,78	12,0	15,3	0,78	14,0	16,4	0,85
16,3	18,1	0,90	16,8	17,1	0,98	10,3	14,4	0,71
15,1	16,6	0,90	10,5	15,4	0,68	14,2	16,3	0,87
15,8	17,6	0,90	15,2	17,7	0,86	13,5	17,1	0,79
13,3	16,2	0,82	12,7	16,3	0,78	14,0	19,6	0,72
13,9	17,1	0,81	13,5	16,6	0,81	11,5	16,5	0,70
15,3	17,1	0,89	11,0	14,9	0,74	14,5	16,8	0,86
12,7	15,6	0,81	11,8	17,3	0,68	13,5	14,4	0,94

MG = Milzgröße
WKH = Wirbelkörperhöhe
MWQ = Milzwirbelkörperquotient

Tab. 3. Die ermittelten Größenwerte des "Milzwirbelkörperquotienten" bei normaler Organgröße.

Bei dieser Aufstellung fanden die nach späteren Ausführungen als vergrößert gefundenen Organe keine Berücksichtigung.

Fortsetzung Tab. 3.

MG	WKH	MWQ	MG	WKH	MWQ	MG	WKH	MWQ
15,5	16,1	0,96	13,8	15,6	0,88	13,6	18,0	0,75
13,5	14,6	0,92	16,0	18,3	0,87	14,0	15,0	0,93
16,0	16,5	0,97	12,5	17,7	0,71	11,7	16,2	0,72
13,0	16,8	0,77	16,3	16,8	0,97	14,0	16,2	0,86

Zur Bestimmung des Wertes, der die Grenze der normalen Milzgröße festlegt, wurden die Untersuchungen der Patienten, die keinen Hinweis auf eine Splenomegalie boten und deren "Milzwirbelkörperquotient" Werte über 0,9 erreichte, nochmals auf Gründe für eine Milzvergrößerung hin überprüft, oder die Personen zu erneuten Untersuchungen einbestellt. Dabei fand sich bei einem Patienten mit einem "MWQ" von 1,0 ein Zustand nach einer noch nicht ganz abgeheilten Hepatitis, drei Patienten litten an bereits in Zirrhose übergehenden Leberschäden (Werte: 1,01; 1,02; 1,07), ein Patient an einem chronisch entzündlichen Lungenprozeß (1,02), eine Patientin an einer infektiösen Mononukleose (1,03) und eine zweite Patientin hatte zur Zeit der Aufnahme einen Infekt (1,02), wodurch die Splenomegalie zu erklären wäre. Eine weitere Patientin mit einem "MWQ" von 1,03 zeigte keine Symptome, die eine Milzvergrößerung hätten verständlich machen können. Sie erschien jedoch nicht mehr zu einer Nachuntersuchung, so daß offen bleiben muß, ob hier einer der 2,5% der Fälle vorlag, bei denen normalerweise die regelhafte Milzgröße überschritten wird, ob ein persistierender Milztumor nach einer Infektion oder doch ein Grund für eine Splenomegalie vorhanden war. Bei Personen dagegen, deren "MWQ" unter 1,0 lag, fand sich in keinem Fall eine Erkrankung, die erfahrungsgemäß auch eine Milzvergrößerung mit sich bringt; der Wert 1,0 wurde somit empirisch als Grenze der normalen Milzgröße gesetzt.

Für diese Annahme sprachen auch die Werte des "MWQ" der Patienten mit klinischem Verdacht auf eine Milzvergrößerung (z.B. bei Leberzirrhose, Leukämie, Morbus Hodgkin usw.).

MG	WKH	MWQ	MG	WKH	MWQ	MG	WKH	MWQ
19,5	15,7	1,24	19,7	17,1	1,15	18,0	17,1	1,05
25,0	17,2	1,45	18,8	17,3	1,09	20,0	15,0	1,3
19,8	15,9	1,24	19,0	18,3	1,07	15,0	14,8	1,01
16,8	16,4	1,02	17,5	17,5	1,0	18,5	17,0	1,06
22,0	15,8	1,39	20,5	17,5	1,17	19,5	16,1	1,18
20,0	17,7	1,13	23,0	16,5	1,39	25,0	16,4	1,52
20,3	16,2	1,27	16,5	15,3	1,08	18,5	16,6	1,11
16,5	16,5	1,0	16,0	16,6	0,97	16,7	16,3	1,02
20,3	16,6	1,24	24,0	16,2	1,48	18,5	17,0	1,09
19,0	16,1	1,17	19,0	16,2	1,17	22,0	17,2	1,38
17,7	16,8	1,05	19,0	16,5	1,15	16,8	16,8	1,0
17,5	17,2	1,02	17,5	17,0	1,03	26,0	17,2	1,38
17,5	14,8	1,18	19,0	15,0	1,26	16,1	16,4	0,98
18,2	17,1	1,06	17,0	17,0	1,0	16,5	14,9	1,11
17,5	16,4	1,07	17,5	15,8	1,11	16,5	17,4	0,95
25,5	18,1	1,41	16,5	17,1	0,97	16,0	14,9	1,07
17,0	15,7	1,08	16,0	14,1	1,13	15,1	14,4	1,05
21,5	15,0	1,37	20,0	17,8	1,12	24,5	15,8	1,55
18,0	19,0	0,95						

Tab. 4. Der "Milzwirbelkörperquotient" bei Krankheiten mit Verdacht auf Splenomegalie.

Zwar unterschritt bei vier der Patienten mit klinischem Verdacht auf eine Splenomegalie der "MWQ" den Wert 1,0 und es wurde viermal genau der Grenzwert getroffen, doch lagen jeweils nur solche Erkrankungen vor, die nur teilweise mit einer Milzvergrößerung einhergehen.

"MWQ"	Krankheit	"MWQ"	Krankheit
0,97	Morbus Hodgkin	1,0	Morbus Hodgkin
0,97	beginnende Leberzirrhose	1,0	Z.n. Morbus Bang
0,98	Milzfibrose nach Malaria	1,0	Bronchiektasen
0,88	Morbus Boeck	1,0	chron. Bronchitis

Tab. 5. "MWQ" unter 1,0 trotz Verdachtes auf Splenomegalie.

Die mathematische Bestimmung des Übergangs einer normalen Milz zu einer Organvergrößerung erfolgt mit Hilfe der Grenzwertberechnung. Liegt bei den 96 Aufnahmen der Personen mit normaler Milzgröße eine Gaußsche Normalverteilung vor, was wir voraussetzen dürfen, so liegen innerhalb der Grenzen $M \pm \sigma$ bereits 68% der Werte (σ stellt den Wendepunkt der Gaußschen Normalverteilungskurve dar). 95% der Werte liegen innerhalb der Grenzen $M \pm 2\sigma$, d.h., daß ein Überschreiten der Grenze $M + 2\sigma$ durch die Milz nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 2,5% zu erwarten ist. Um auch diesen Prozentsatz der Organe zu erfassen, muß mit Hilfe anderer Symptome geprüft werden, ob ein Grund für eine Splenomegalie vorliegt. Je stärker aber der Grenzwert überschritten wird, desto sicherer ist die Annahme einer Milzvergrößerung.

Der Mittelwert der 96 Einzelbestimmungen des "Milzwirbelkörperquotienten" ergibt sich nach Formel I:

$$M = \frac{\sum x}{n} = \frac{78,2}{96}$$

$$M = 0,82$$

M = Mittelwert
x = Einzelwert
$\sum x$ = Summe der Einzelwerte
n = Anzahl der Einzelwerte

Nach Formel II ergibt sich für die Streuung der Einzelwerte (σ):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - M)^2}{n - 1}}$$

$$\sigma = 0,09$$

Die Standardabweichung des Mittelwertes berechnet sich nach Formel III:

$$s_M = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0,09}{\sqrt{96}} = 0,0095 \approx 0,01$$

Diese Ergebnisse besagen, daß die Genauigkeit des Mittelwertes $0,82 \pm 0,01$ beträgt. Der Maximalwert einer normalen Milz ergibt sich aus $M + 2\sigma = 0,82 + 0,18$.
Es muß also aus einem Röntgenbild dann auf eine Splenomegalie ge-

schlossen werden, wenn der "Milzwirbelkörperquotient" die Größe 1,0 überschreitet, wobei die Übereinstimmung des empirisch bestimmten und des rechnerisch ermittelten Wertes sicherlich für die Genauigkeit dieser Messung sprechen.

Zur Veranschaulichung der Meßergebnisse soll die folgende Skizze noch die Häufigkeitsverteilung der Einzelwerte des "Milzwirbelkörperquotienten" darstellen.

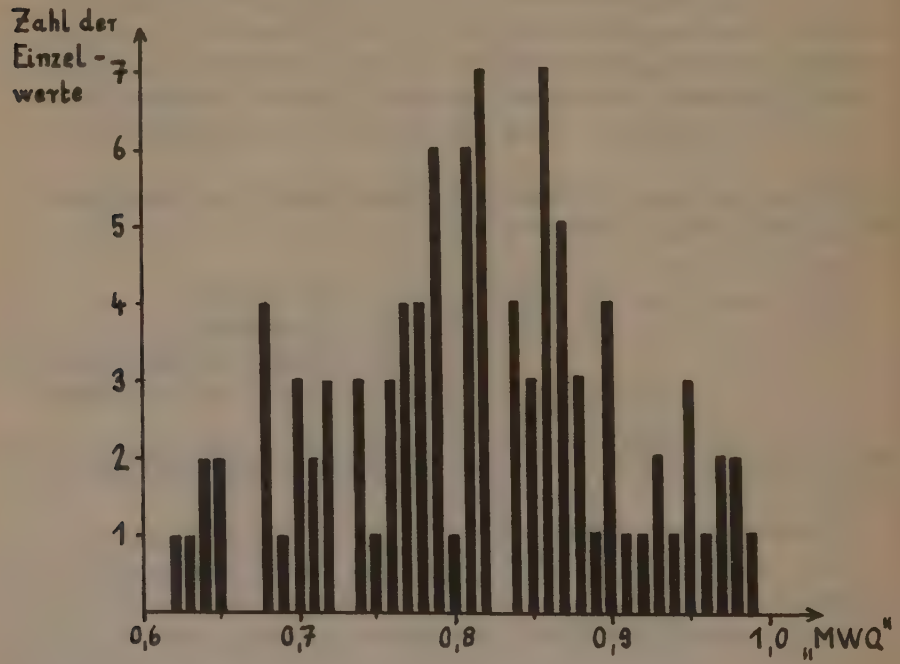

Abb. 6. Die Häufigkeitsverteilung der Einzelwerte des "MWQ"

Bei einigen Patienten konnten wegen des hohen Zwerchfellstandes neben der Milz nicht der letzte Brustwirbel und die ersten drei Lendenwirbel, sondern nur der elfte und zwölfte Brustwirbel mit den ersten beiden Lendenwirbeln auf einer Aufnahme erfaßt werden. Es wurde deshalb bei 29 Aufnahmen, die die Möglichkeit hierzu boten, die Höhe der zwei Brustwirbel und der zwei Lendenwirbel mit der der drei Lendenwirbel und der eines Brustwirbels verglichen.

15,7	15,0	0,7	17,1	16,5	0,6	18,3	17,8	0,5
17,5	17,0	0,5	16,6	16,2	0,4	16,8	16,3	0,5
17,0	16,7	0,3	17,5	17,1	0,4	17,1	16,5	0,6
16,3	16,2	0,1	16,1	15,6	0,5	17,4	16,7	0,7
15,8	15,1	0,7	17,1	16,5	0,6	15,5	15,1	0,4
16,5	16,2	0,3	19,6	19,1	0,5	15,3	15,0	0,3
14,3	13,8	0,5	16,6	16,1	0,5	15,2	14,9	0,3
16,5	15,8	0,7	16,5	16,0	0,5	15,9	15,6	0,3
16,6	16,4	0,2	14,4	13,9	0,5	15,8	15,3	0,5
15,8	15,2	0,6	18,1	17,6	0,5			

Tab. 6. Die Höhe von BW_{12} bis LW_3 im Vergleich zu BW_{11} bis LW_2.

Die erste Zahl gibt die Höhe des letzten Brustwirbels und der ersten drei Lendenwirbel an, die zweite die Höhe der beiden Brustwirbel und der beiden Lendenwirbel, die dritte die Differenz zwischen beiden (alle Werte in cm).
Aus dieser Aufstellung ist ersichtlich, daß die Abweichung der Höhe der verschiedenen Wirbelkörper im wesentlichen zwischen 0,3 und 0,7 schwankt. Man darf deshalb in diesen Ausnahmefällen den "Milzwirbelkörperquotienten" dadurch errechnen, daß man zu der gemessenen Höhe der beiden letzten Brustwirbel- und der beiden ersten Lendenwirbelkörper 0,5 cm addiert und den sich daraus ergebenden Wert zur Berechnung benutzt.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Klärung des Symptomes Splenomegalie kann im großen Teil der Fälle mit Hilfe einer einfachen Röntgenaufnahme des linken Oberbauches erfolgen.
Nachdem zu Beginn die Anatomie und Topographie der Milz erwähnt wurde, befaßte sich ein weiteres Kapitel mit den Ursachen einer Milzvergrößerung. Es kommen dafür akute, chronische und spezifische Infektionen, hämatologische und retikuloendotheliale Erkrankungen, Affektionen der Leber und Stauungen der Vena lienalis, aber auch Erkrankungen der Milz selbst in Frage.
Der nächste Abschnitt führte in die bisherige Diagnostik der Milz, er sprach von den Nachteilen der Palpation und Perkussion und legte die Erkennung der Milz und ihrer Vergrößerung mit Hilfe einer einfachen Röntgenaufnahme dar. Dann wurden kompliziertere röntgenologische Verfahren mit bisher ermittelten Größenangaben der Milz und die Milzszintigraphie beschrieben, die alle wegen ihrer Aufwendigkeit und der Belastung für den Patienten zur Routineuntersuchung ungeeignet sind, in indizierten Fällen aber genauere Ergebnisse liefern.
Die eigenen Untersuchungen, zu denen 257 Patienten der Medizinischen Poliklinik Würzburg herangezogen wurden, ergaben folgendes:

1. Bei 51% der Röntgenaufnahmen, die von gesunden Personen im Stehen angefertigt wurden, läßt sich die Milzgröße mit Hilfe des "Milzwirbelkörperquotienten" beurteilen, dagegen bei 90% der Aufnahmen der Patienten mit einer Splenomegalie.

2. Die Einführung des "Milzwirbelkörperquotienten", der sich aus der Division des Abstandes des unteren Milzpoles von einer Waagrechten in Höhe der linken Zwerchfellkuppel durch die Höhe von vier Wirbelkörpern (letzter Brustwirbel und die drei ersten Lendenwirbel), die eine eindeutige Abhängigkeit von der Körperlänge zeigen, ergibt, bringt folgende Vorteile:
   a. Durch die Berücksichtigung der Körperlänge als einen die Milzgröße beeinflussenden Faktor wird eine größere Genauigkeit der Milzbeurteilung im Röntgenbild erzielt.
   b. Die Milz und der zum Vergleich benötigte Wirbelsäulenab-

schnitt werden mit einer einzigen Aufnahme erfaßt, die damit die Forderung nach einer einheitlichen Aufnahmetechnik erfüllt.
Darüber hinaus erlaubt die Anwendung dieser konstanten Aufnahmetechnik den Vergleich der Röntgenaufnahmen verschiedener Patienten.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. Beninghoff-Goerttler — Lehrbuch der Anatomie des Menschen Band II Urban und Schwarzenberg München-Berlin 1964

2. Bori L. Punturieri E. — Die Nierenkompression bei leukämischer Splenomegalie Progr. med. Jg. 17, 1960, 139

3. Brodgon Byron G. Crow Neil E. — Observations on the "Normal" Spleen Radiology 72, 1959, 412

4. Brown Robert B. Dobbie Robert P. — Splenic Indentation of the Gastric Fundus Resembling Gastric Neoplasm Amer. J. of Roentgenology, Radium Therapy and Nuclear Medicine 81, 1959, 599

5. Cocchi V. — Pneumoretroperitoneum und Pneumomediastinum Thieme Stuttgart 1957

6. Corning H.K. — Lehrbuch der topographischen Anatomie Springer Berlin 1946

7. de Gennes L. May J.P. Simon G. Hélie J. — (in Schmalfuss K.P.)

8. Dell J.M. Klinefelter H.F. — Roentgen studies of the spleen Amer. J. Med. Science 211, 1946, 437

9. Denning H. — Lehrbuch der Inneren Medizin Band I Thieme Stuttgart 1966

10. Duesberg R. Fischer J. — Die szintigraphische Darstellung der Milz als Ausdruck ihrer Lage und ihres Funktionszustandes Med. Klinik 59, 1964, 429

11. Duesberg R.
Gramlich F.
Die Milz, ein defensives und aggressives Organ
Dtsch. med. Wschr. 89, 1964, 153

12. Fichardt Th.
Milzuntersuchungen mit Retropneumographie und Splenovenographie
Med. Klinik 51, 1956, 683

13. Fischer J.
Wolf R.
Die szintigraphische Darstellung der Milz mit Radiochrom
Dtsch. med. Wschr. 88, 1963, 305

14. Fischer J.
Wolf R.
Die quantitative Abschätzung der Milzgröße mit Hilfe der Szintigraphie
Dtsch. med. Wschr. 88, 1963, 1430

15. Gieseler H.J.
Wilhelm A.
Traumatische Milzrupturen
chir. prax. 6, 1962, 331

16. Gieseler H.
Stumpfe Bauchverletzungen
Der Landarzt 43, 1967, 145

17. Hadorn W.
Vom Symptom zur Diagnose
S. Karger Basel - New York 1966

18. Hellman T.
(in v. Herrath E.)

19. v. Herrath E.
Bau und Funktion der normalen Milz
Walter de Gruyter Berlin 1958

20. Holldack K.
Lehrbuch der Auskultation und Perkussion
Thieme Stuttgart 1963

21. Holle F.
Neuere Gesichtspunkte in der Erkennung und Behandlung stumpfer Bauchverletzungen
Ärztl. Mitteilungen 9, 1963, 910

22. Müller K. — Der Milzbefund im Rahmen der laparoskopischen Diagnostik
Med. Klinik 58, 1963, 910

23. Nimeh W. — New Method for the determination of the size of the liver and spleen
The Amer. J. of Gastroent. 23, 1955, 147

24. Ödman P. — Percutaneous Selective Angiography of Coeliac Artery
Supplementband 159 zu Acta Rad. 1958

25. Rösch J.
Bret J.
Liškova M. — Die Splenoportographie in der Diagnostik einer Splenomegalie
Fortschr. Röntgenstr. 89, 1958, 249

26. Schmalfuss K.P. — Die röntgenologische Erkennung einer Milzvergrößerung insbesondere durch einfache p. - a. Aufnahme des linken Oberbauches
Inauguraldiss. Würzburg 1963

27. Schinz H.R.
Glauner R.
Rüttiman A. — Ergebnisse der medizinischen Strahlenforschung Band I
Thieme Stuttgart 1964

28. Sitsen A.E. — (in v. Herrath E.)

29. Streicher H.J. — Chirurgie der Milz
Springer Berlin-Göttingen-Heidelberg 1961

30. Sturm A. — Grundbegriffe der Inneren Medizin
Fischer Stuttgart 1963

31. Teschendorf W. — Lehrbuch der röntgenologischen Differentialdiagnostik
Thieme Stuttgart 1964

32. Weinreich J. — Die Differentialdiagnose des Milztumors
intern. prax. 5, 1965, 55

33. Wildhirt E. Infektiöse Gelbsucht und ihre Spätschäden
Der Landarzt 38, 1962, 2

34. Whitley J.E.
Maynard C.D.
Rhyne A.L. A Computer Approach to the Prediction of Spleen Weight from Routine Films
Radiology 86, 1966, 73

Herrn Professor Dr. med. P. P o l z i e n bin ich für die Übernahme des Referates zu Dank verpflichtet.

Herrn Professor Dr. med. H. F r a n k e danke ich für die Übernahme des Korreferates.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. F. L o n g i n, dem Leiter der Röntgenabteilung, für die Unterstützung bei der Anfertigung der Röntgenaufnahmen und für seine Anregungen und Ratschläge während der Arbeit.

Herrn Dipl.-Phys. E. M o l l danke ich für seine Hilfe bei den statistischen Berechnungen und für die Überprüfung der Ergebnisse.

L E B E N S L A U F

Am 14. Februar 1941 wurde ich als erstes von 3 Kindern des praktischen Arztes Dr. Rudolf Helmschrott und seiner Ehefrau Erna, geb. Schirmer, in Würzburg geboren.
Im Januar 1945 wurden wir von Würzburg nach Hilpertshausen (Landkreis Würzburg) evakuiert. 1947 zogen wir nach Kleinrinderfeld (Landkreis Würzburg) um, wo ich ab 1947 die Volksschule besuchte.
Nach der 4. Volksschulklasse trat ich im September 1951 in das Siebold - Realgymnasium in Würzburg ein und legte dort 1961 die Reifeprüfung ab.
Das Medizinstudium begann ich im Wintersemester 1961/62 an der Universität Würzburg und bestand im Oktober 1962 die naturwissenschaftliche Vorprüfung und im April 1964 die ärztliche Vorprüfung.
Im August 1967 bestand ich das medizinische Staatsexamen.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.
Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Manfred Helmschrott

BÖHLER-DRUCK

87 WÜRZBURG, Wirsbergstr. 10
Tel. 54143